

© Ю.В. Худорожкова, А.И. Самусева, С.В. Буров, О.В. Кудряшова,
А.Р. Шаисламова, А.Т. Гатятулин, 2012 г.
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
г. Екатеринбург
khjv@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТПУСКА НА РАЗУПРОЧНЕНИЕ СТАЛИ 38Х2НМ

Двухфазные стали – сложные многокомпонентные системы. Они имеют высокие прочностные свойства в сочетании с хорошей коррозионной стойкостью, повышенным сопротивлением межкристаллитной коррозии и коррозии под напряжением. Двухфазные стали широко используются в автомобилестроении в качестве сталей глубокой вытяжки и повышенной прочности. Однако в основном это малоуглеродистые стали с широким межкритическим интервалом, высокой пластичностью и относительно низкой твердостью. Среднеуглеродистые Cr-Ni-Mo стали являются основными для ответственных деталей машиностроения больших размеров. Повышение технологической пластичности для таких сталей не столь важно, как повышение пластичности и ударной вязкости по всему сечению изделия. Особенно важно для таких сталей процессы развития отпускной хрупкости, которые могут существенно уменьшаться после межкритической закалки.

В работе изучалось влияние формирования гетерофазной структуры на свойства разработанных сталей. Для этого были выплавлены стали на основе конструкционной стали 38Х2НМ с дополнительным легированием Si и Al.

В качестве исследуемого материала была взята сталь 38Х2НМ.

Химический состав стали приведен в табл.1 [1].

Таблица 1

Химический состав исследуемых сталей, мас. %

Марка стали	C	Cr	Mn	Ni	Si	Mo	S	P
38Х2НМ	0,33	2,06	0.54	0.75	0,16	0.14	0,01	0.01

В работе было исследовано влияние температуры отпуска ($T_{отп}$) на разупрочнение исследуемых сталей. Кривые разупрочнения представлены на рис. 1.

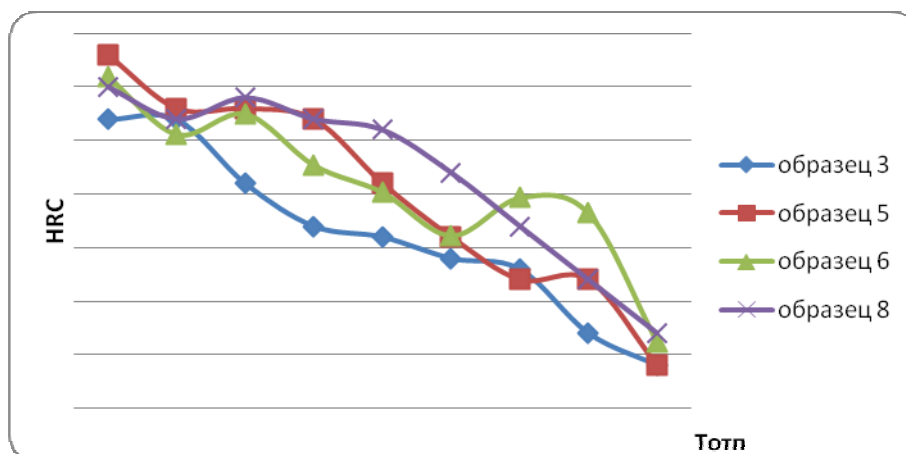


Рис. 1. Кривая разупрочнение при отпуске закаленных на мартенсит сталей для образцов № 3, 5, 6, 8

Для закаленных образцов ($T_{\text{зак}} = 870\text{ }^{\circ}\text{C}$) плавки № 3 с повышением температуры отпуска, наблюдается уменьшение значений твердости. Как видно на графике, с увеличением температуры отпуска с 200–650, происходит снижение твердости закаленных образцов с 47 до 24 HRC. На кривой разупрочнения видно, что твердость сталей, легированных кремнием, по сравнению с исходной 38X2NM, снижается незначительно, это обусловлено тем, что кремний задерживает карбидное превращение, перенося его в область более высоких температур [2, 3]. При этом чем больше кремния, тем медленнее идет разупрочнение стали. Наибольшая твердость (рис. 1) при Тотп от 450 °C до 550 °C определяется у образцов плавки № 8. Это можно объяснить тем, что кремний сдерживает диффузию углерода и коагуляцию карбидной фазы. При температурах 550 и 600 °C максимальная твердость наблюдается у образцов плавки № 6. Степень на кривой распада для образцов плавки № 6 можно объяснить двухступенчатостью распада мартенсита под действием легирующих элементов. Видимо, при таком содержании кремния процесс его диффузии между альфа-раствором и карбидной фазой превалирует над диффузией углерода.

При рассмотрении кривых разупрочнения для образцов, закаленных по режиму ($T_{\text{зак}} = 870\text{ }^{\circ}\text{C}$ с выдержкой 15 мин при $T = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$), с повышением температуры отпуска наблюдается замедленное снижение значений твердости (рис. 2).

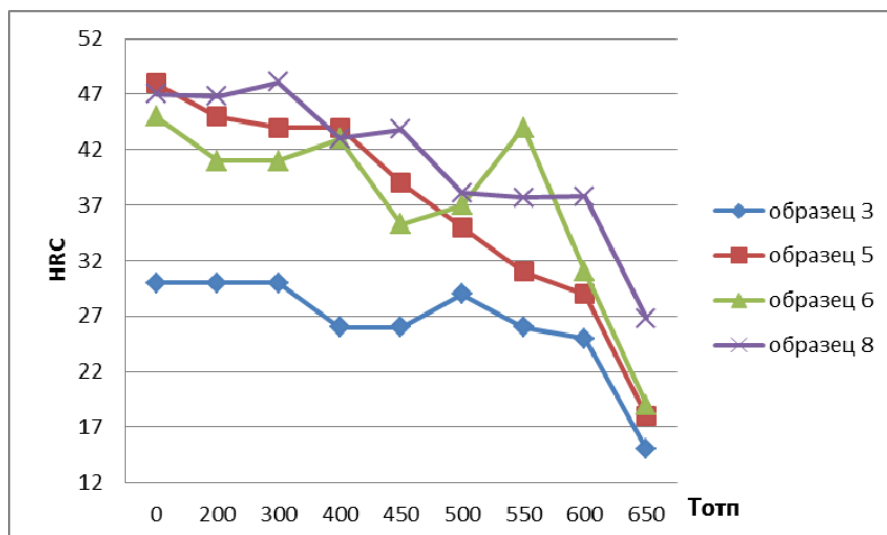


Рис. 2. Кривая разупрочнение при отпуске закаленных на бейнит сталей для образцов № 3, 5, 6, 8.

Такое поведение кривых разупрочнения может быть обусловлено наличием бейнита в структуре, что смещает процессы распада в область более высоких температур.

Более высокая термическая устойчивость сталей с исходной бейнитной структурой объясняется выделением в процессе бейнитного превращения цементитных частиц, которые служат препятствиями для движения дислокации и возникновением при таком превращении полигональной структуры [2, 3].

Более интенсивное снижение твердости при температурах отпуска 600...650 °C вызвано ускорением процессов коагуляции карбидной фазы. Более низкие значения твердости исследуемых сталей с исходной бейнитной структурой по сравнению с твердостью сталей с исходной мартенситной структурой после отпуска 650 °C обусловлено большей степенью коагуляции цементитных частиц, выделившихся при формировании бейнитной структуры.

Процессы разупрочнения сталей с феррито-мартенситной структурой рассмотрены на рис. 3.

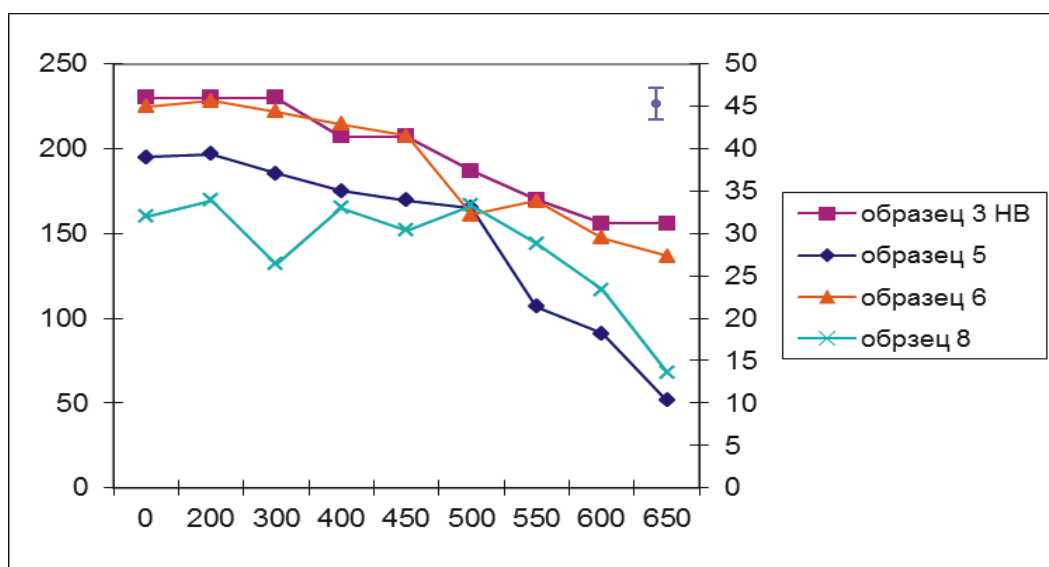


Рис. 3. Кривая разупрочнение при отпуске закаленных из двухфазной области сталей для образцов № 3 (НВ); 5, 6, 8 (HRC).

Как видно из представленных кривых, стали с исходной феррито-мартенситной структурой обладают меньшей твердостью, это вызвано присутствием в структуре феррита.

Как показали проведенные исследования, повышение температуры отпуска до 500 °C вызывает меньшее разупрочнение стали со структурой феррито-мартенсита, это обусловлено перераспределением углерода и легирующих элементов между ферритом и аустенитом в исходной структуре. В результате закалки из МКИ аустенит обогащается углеродом и легирующими элементами. Сдерживающее влияние кремния на разупрочнение при отпуске ДФС можно объяснить упрочнением феррита [2, 3].

Список использованных источников

1. Шишков М.М. Марочник сталей и сплавов. — 3-е изд. Донецк: Юго-Восток, 2002, 230 с.
2. Голованенко С.А., Фоништейн Н.М. Итоги науки. Металловедение и термическая обработка. Т. 17. М.:ВИНИТИ, 1983. С. 64–120.
3. Богачёв И.Н., Пермяков В.Г. Отпуск закаленной стали Свердловск: МАШГИЗ, 1950. 119 с.